

东南大学自动控制实验室

实 验 报 告

课程名称： 自动控制原理

实验名称： 实验五 Matlab/Simulink 仿真实验

院（系）： 能源与环境学院 专 业： 核工程与核技术

姓 名： 袁明 学 号： 03320708

实 验 室： 常州楼 419 实验组别： 第一组

同组人员： 樊诗雨、何郑宇 实验时间： 2022.11.03

评定成绩： 审阅教师：

目录

一、实验目的	3
二、实验预习	3
三、实验内容	3
四、附录	7

实验五 Matlab/Simulink 仿真实验

一、实验目的

1. 学习系统数学模型的多种表达方法，并会用函数相互转换。
2. 学习模型串并联及反馈连接后的系统传递函数。
3. 掌握系统 BODE 图，根轨迹图及奈奎斯特曲线的绘制方法。并利用其对系统进行分析。
4. 掌握系统时域仿真的方法，并利用其对系统进行分析。

二、实验预习

参阅相关 Matlab/Simulink 参考书，熟悉能解决题目问题的相关 Matlab 函数。

三、实验内容

1. 已知 $H(s)$ 表达式如下，求其零极点表达式和状态空间表达式。

$$H(s) = \frac{0.05s + 1}{(0.2s + 1)(0.1s + 1)}$$

解答：在 matlab 中输入如下代码（第 1 行至第 10 行），原式可化为如下零极点表达式：

$$H(s) = \frac{2.5(s + 20)}{(s + 10)(s + 5)}$$

再输入代码（第 10 行至第 13 行），得到状态空间表达式：

$$A = \begin{pmatrix} -15 & -50 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$C = (2.5 \quad 50)$$

$$D = 0$$

2. 已知

$$H_1(s) = \frac{s + 5}{s(s + 1)(s + 2)}$$

$$H_2(s) = \frac{1}{s + 1}$$

- (1) 求两模型串联后的系统传递函数。

解答：在 matlab 中输入代码（第 14 至第 26 行），求得传递函数为：

$$H_{series} = \frac{s + 5}{s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 2s}$$

(2) 求两模型并联后的系统传递函数。

解答：在 matlab 中输入代码（第 27 至第 28 行），求得传递函数为：

$$H_{parallel} = \frac{s^3 + 4s^2 + 8s + 5}{s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 2s}$$

(3) 求两模型在负反馈连接下的系统传递函数。

解答：在 matlab 中输入代码（第 29 至第 31 行），求得传递函数为：

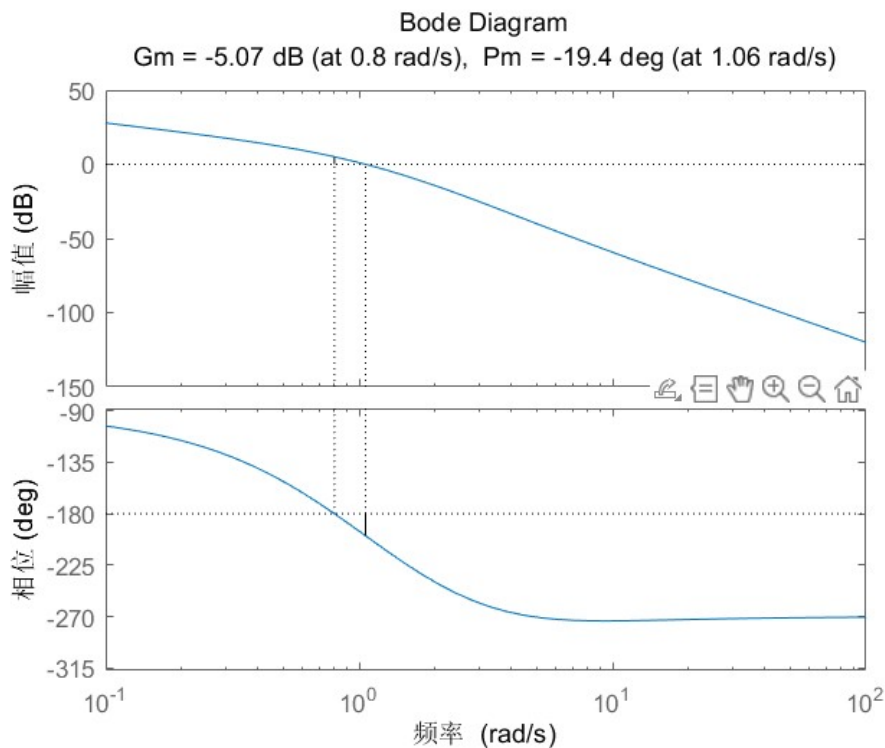
$$H_{feedback1} = \frac{s^3 + 4s^2 + 8s + 5}{s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 2s}$$

$$H_{feedback2} = \frac{s^3 + 4s^2 + 8s + 5}{s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 2s}$$

其中，式 feedback1 表示以 $H_2(s)$ 作为反馈函数，式 feedback2 表示以 $H_1(s)$ 作为反馈函数。

3. 作出上题中（1）的 BODE 图（**注意是串联后的系统**），并给出幅值裕度与相位裕度。

解答：在 matlab 输入代码（第 32 行至第 33 行），得到题（1）中的 BODE 图为：



从图中可知，幅值裕度为：Gm=-5.07dB，相位裕度为：Pm=-19.4deg。

4. 给定系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{(s+2)(s^2+2s+5)}$ ，绘制系统的根轨迹图与奈奎斯特曲线，并求出系统稳定时的增益 K 的范围。

解答：在 matlab 中输入代码（第 34 行至第），得到根轨迹图（图 1）与奈奎斯特曲线（图 2）：

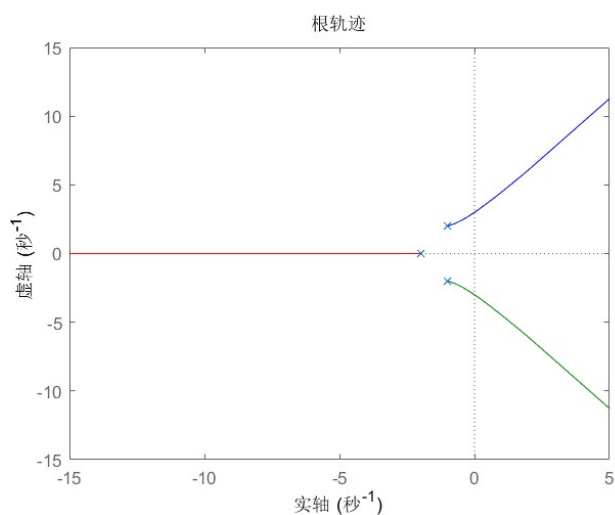


图 1

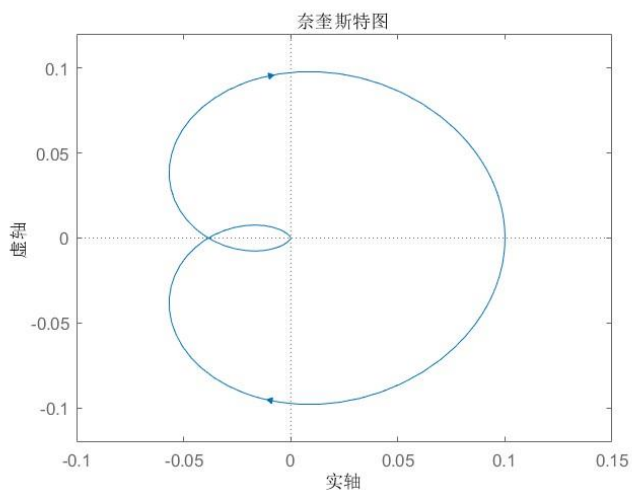
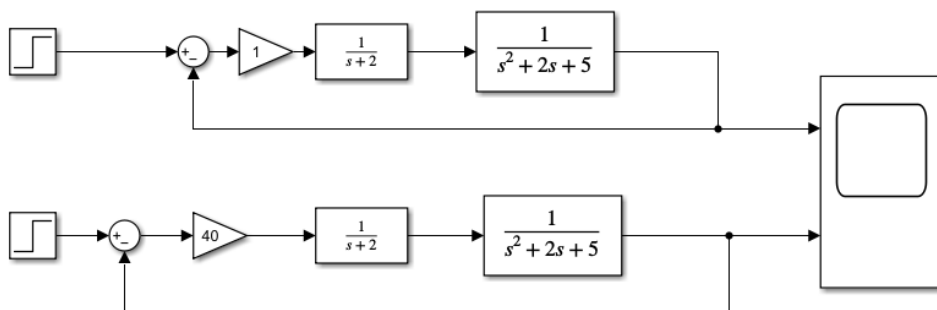


图 2

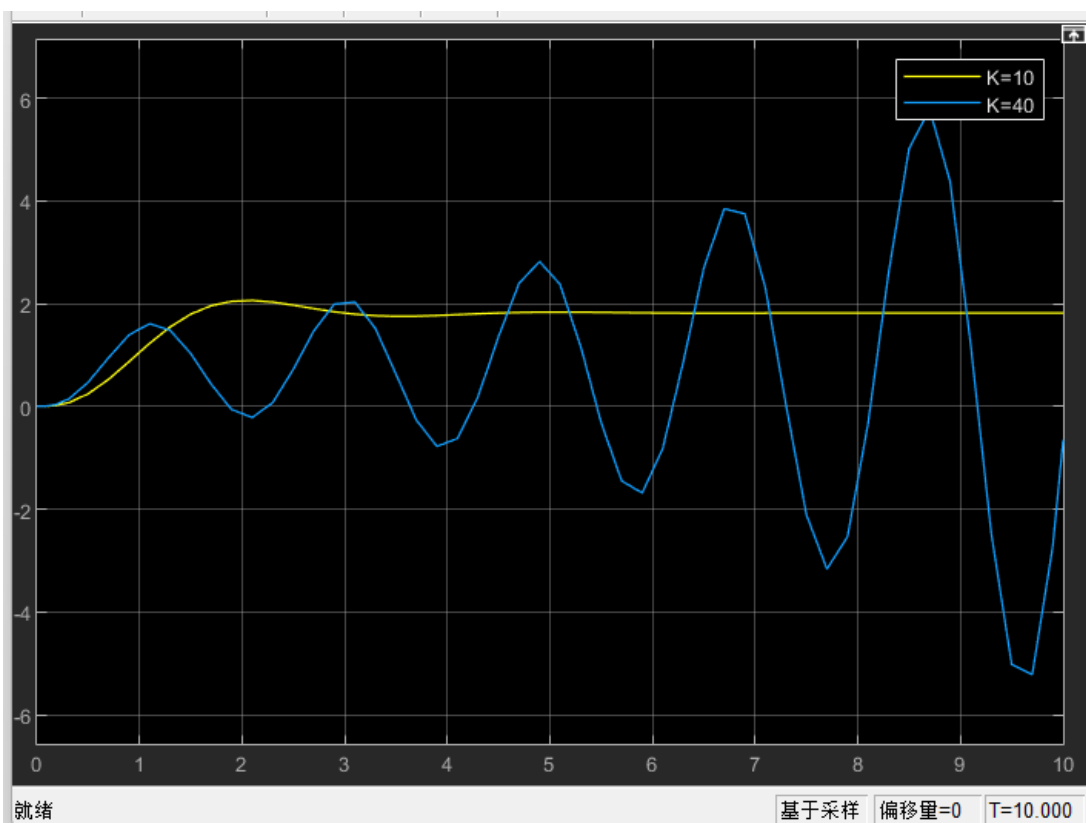
从图中可知，系统稳定时增益 K 的范围是：K<25.4502。

5. 对内容 4 中的系统，当 $K=10$ 和 40 时，分别作出闭环系统的阶跃响应曲线，要求用 Simulink 实现。

解答：首先通过 Simulink 搭建出题 4 中的闭环系统，如图 3 所示：



阶跃响应曲线如图 4 所示：



四、附录

本文涉及的所有 **matlab** 代码如下：

```
1.  clc%clear all command line window's content
2.  %first question&answer
3.  %define transfer function
4.  num1=[0.05 1];
5.  h1=[0.2 1];
6.  h2=[0.1 1];
7.  den1=conv(h1,h2);
8.  Htf=tf(num1,den1);
9.  %continuous-time zero-pole model
10. Hzpk=zpk(Htf)
11. %continuous-time state space model
12. [A,B,C,D]=tf2ss(num1,den1);
13. Hss=ss(A,B,C,D)
14. %Second question&answer
15. %define transfer function
16. num2=[1 5];
17. h21=[1 0];
18. h22=[1 1];
19. h23=[1 2];
20. den2=conv(h21,conv(h22,h23));
21. num3=1;
22. den3=[1 1];
23. Htf1=tf(num2,den2);
24. Htf2=tf(num3,den3);
25. %question1
26. Hs=series(Htf1,Htf2)
27. %question2
28. Hp=parallel(Htf1,Htf2)
29. %question3
30. Hfb1=feedback(Htf1,Htf2)
31. Hfb2=feedback(Htf2,Htf1)
32. %Third question&answer
33. margin(Hs);
34. %forth question&answer
35. %define transfer function
36. Gnum=1;
37. g1=[1 2];
```

```
38. g2=[1 2 5];
39. Gden=conv(g1,g2);
40. Gtf=tf(Gnum,Gden);
41. %draw root trajectory diagram
42. rlocus(Gtf);
43. [K1,p1]=rlocfind(Gtf)
44. %draw nyquist diagram
45. nyquist(Gtf);
46. axis([-0.1 0.15 -0.12 0.12]);
```